AUS DER MEDIZINISCHEN POLIKLINIK ZU FRANKFURT A. M.
(Direktor: Prof. Dr. M. Gänßlen)

Der Einfluß des Säuregrades des Brotes und der Zusatz von Kartoffelprodukten auf die Ausnutzung der Brote

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
zu Frankfurt a. M.

Vorgelegt von
ARMIN REICHARDT
aus Göttingen/Hann.

Oktober 1939

Druck: Gebr. Walther, Frankfurt a. M.-Rödelheim, Rödelh. Landstr. 143

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Referent: Prof. Dr. W. Heupke.

Korreferent: Dozent Dr. Kemkes.

Dekan: Prof. Dr. V. Schmieden.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547418_0132

EINLEITUNG

Von alters her schon, solange Getreide angebaut wird, verwenden die Menschen dieses Getreide auch als Nahrung. Sei es, daß sie die Körner zerstampft, geröstet oder gekocht verzehrten, sei es, daß sie einen Brei oder sogar eine einfache Art von Brot daraus bereiteten. Es ist für uns eine Selbstverständlichkeit, daß das Brot heutzutage neben der Kartoffel das wichtigste Nahrungsmittel für unser deutsches Volk ist, weil es schmackhaft, hochwertig, nahrhaft und einigermaßen haltbar ist. Die Brotbereitung gliedert sich in drei Arbeitsabschnitte: die Herstellung des Teiges aus Mehl, Wasser und Milch, wobei der Hauptwert auf die richtige Mischung zu legen ist, die Teiglockerung, bei der praktisch die Hefe- und die Sauerteiggärung in Frage kommen, und der eigentliche Backprozeß. So einfach sich die Aufzählung der Brotherstellung anhört, so mannigfaltig sind aber die Fehler beim Brotbacken.

Es ist die Aufgabe des Backens, den durch die Gärung vorbereiteten Brotteig oder andere Teigware in ein genießbares, schmackhaftes und haltbares Nahrungsmittel zu überführen. Bei diesem Backprozeß darf der Teig seine vorangegangene Lockerung nicht verlieren, sondern diese muß dabei noch vervollkommnet werden. Wesentliche Vorbedingungen für das Gelingen des Brotes ist das Einstellen der für jede Backware richtigen Ofenhitze, die sachgemäße Regelung des Feuchtigkeitsgehaltes im Ofen und die jeweils angebrachte Backdauer.

Im Backofen erfolgt die Wärmezufuhr zum Teigstück am stärksten von unten (Unterhitze), weniger intensiv wirkt die heiße Decke des Ofens (Oberhitze), und am geringsten werden die Seitenwandungen des Gebäckes erhitzt. Großbrote bedürfen zum Ausbacken nach Maurizio [1] einer Temperatur von 230—250° C., während für Kleingebäck Wärmegrade von 210—235° C. ausreichen.

Die Teigstücke dürfen nun nicht in trockener Hitze gebacken werden, sondern das Ausbacken muß in einem Ofen mit einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad erfolgen, der durch Einleiten von Wasserdampf herbeigeführt wird. Besonders die erste erhöhte Temperatur, die auf den Teig einwirkt, darf nicht trockene Hitze sein, sonst verdunstet plötzlich eine beträchtliche Wassermenge des Teiges, und die äußere Schicht verkleistert nicht genügend. Die Kruste, die normalerweise elastisch und „knisterig" sein soll, bildete sich zu schnell und würde abspringen und rauh und rissig werden. Aber nicht nur ein zu geringer Feuchtigkeitsgehalt des Ofens beeinträchtigt die Güte des Bro-

tes, sondern auch eine zu reichliche Anhäufung von Wasserdampf. Die Kruste bildete sich zu langsam und das Brot würde vor Entwicklung der Kruste seine ursprüngliche Form verändern. Wird das Brot aus dem Ofen geholt, streicht man es mit Wasser, um es beim Abkühlen vor dem Springen und Blättern der Kruste zu bewahren.

Die Backdauer des Brotes ist abhängig von der Größe der Stücke. Roggenbrote von der üblichen Größe (2 kg Gewicht) benötigen durchschnittlich eine Stunde Backzeit. Brote geringeren Gewichtes und Weizenbrot brauchen kürzere Zeit. Von der Backdauer ist auch die dunklere oder hellere Farbe der Rinde abhängig. Zu dunkle Rinde rührt von unvollständigem Verbacken bei überhitztem Ofen her. Die Rinde ist dann verkohlt, die Krume ist pappig und zeigt Wasserstreifen.

Der Wassergehalt in ganzen Broten hängt von der Form und Art des Backens ab. Gut ausgebackene Brote enthalten 20 Stunden nach dem Backen ungefähr 35 % Wasser. Für den Wassergehalt des ganzen Brotes ist das Verhältnis von Kruste zu Krume bestimmend. Die Krume besitzt 42—43 % Wasser, die Kruste zwischen 17—18 %. Am wenigsten Wasser enthalten langsam gebackene Brote, ihre Rinde ist stark gebräunt und sehr widerstandsfähig. Brote mit verbrannter Rinde besitzen in der Krume am meisten Wasser.

Vom Wassergehalt ist aber auch in großem Maße das Verschimmeln des Brotes abhängig. Es wird verursacht durch Schimmelpilze verschiedener Art. Mit Hilfe ihrer selbstgebildeten Enzyme spalten sie die Kohlehydrate und Eiweiße in einfache Verbindungen, die durch andere Enzyme vergoren werden. Es entstehen dabei N-, S- und P-haltige Gärungsprodukte, durch die das Brot einen widerlichen Geruch und Geschmack annimmt. Die Pilzfäden durchwuchern das Brot und dieses bekommt ein „bärtiges" Aussehen. Wasserreiche, schwere Brotsorten verschimmeln eher als stark gebackene und wasserärmere. Bei Brot soll der Wassergehalt nicht höher sein als 38—40 %. Die Kruste ist ja verhältnismäßig wasserarm, auf ihr können sich keine Schimmelpilze entwickeln. Ist sie unversehrt, so bildet sie einen Schutz für die Krume gegen die Pilzinfektion. Hat sie aber Risse und Sprünge, dann kann das Pilzmyzel ohne weiteres in das Innere wuchern. Stark zuckerhaltige und feuchte Gebäcke begünstigen ebenfalls das Verschimmeln. Im allgemeinen werden die Schimmelpilze mit ihren Keimen durch die Backtemperatur abgetötet. Aber man trifft ab und zu auch sehr widerstandsfähige Sporen an, die der Hitze widerstehen und das Brot zum Schimmeln bringen.

Von einem ausgebackenen Brot wird die gute Ausbildung der Krume und Kruste verlangt. Die Krume muß glänzend und löcherig aussehen und von gleichmäßig verteilten, weder zu kleinen noch zu

großen Poren durchsetzt sein. Ein häufig zu beobachtender Fehler der Krume ist das Entstehen von Wasserstreifen, das Pappigwerden des Brotes. Die Wasserstreifenbildung kann durch alle möglichen Umstände bedingt sein: ein überhitzter Ofen, ein zu fester Teig, ein zu starker Wasserzusatz zum Mehl oder mangelhafte Verkleisterung der Stärkekörner. Als Hauptursache ist wohl die ungenügende Lockerung des Teiges anzusehen. Ist der Teig nicht gut gelockert, so kann sich das beim Backen verdunstende Wasser nicht gleichmäßig über die Krume verteilen, es sammelt sich an den kälteren Stellen an und bildet auf diese Weise einen Wasserstreifen. Meist entstehen die Wasserstreifen dicht über dem Boden des Brotes, weil gerade an dieser Stelle die Lockerung oft ungenügend ist. Eine Begleiterscheinung beim Auftreten von Wasserstreifen ist öfters das Abbacken der Kruste von der Krume. Ursache dafür kann entweder verdorbenes Mehl oder zu junge Führung und unreife Teige bei überhitztem Ofen sein (Führung = Art und Dauer der Teiggärung; Reife = letzte Phase der Teiggärung, die das Brot durchzumachen hat). Wenn der Teig zu schnell hochgetrieben wird, schließt sich die Kruste vorzeitig; die Kohlensäure, die sich fortdauernd entwickelt, sammelt sich unter der Kruste an und drückt die weiche Krume nach unten. Derselbe Uebelstand kann durch zu alte Führung hervorgerufen werden.

Eine seltene, aber nachteilige Veränderung, der das Brot unterliegen kann, ist das Fadenziehen. Die Bakterien, die die Ursache des fadenziehenden Brotes sind, gehören zu der Gruppe der Heu- oder Kartoffelbakterien (Bazillus mesentericus vulgaris). Sie wurden zuerst von Uffelmann [2], Kratschmer und Niemilowicz [3], Laurent und K. B. Lehmann [4] als Erreger der klebrig-fadenziehenden Beschaffenheit von Brot erkannt. Ihr mikroskopischer Nachweis ist verhältnismäßig unwichtig, da in fast allen Getreidemehlen Heu- und Kartoffelbakterien anzutreffen sind. Die Erscheinungen, die sie im Brot hervorrufen, sind folgende: das Brot hat einen durchdringenden und ekelerregenden Geruch, die Krume ist schmierig, gelbbraun verfärbt und hängt beim Schneiden in zähen Fäden zusammen.

Die Bakterien selbst sterben bei erhöhten Temperaturen, also beim Backprozeß, ab, während die Sporen die Backofenhitze überdauern, sie werden nur durch mehrstündiges Kochen vernichtet. Nach dem Abkühlen des Brotes keimen die Sporen wieder zu Bakterien aus. Sie spalten die Kohlehydrate und Eiweiße in einfache Verbindungen, die durch Gärung zersetzt werden; dabei entsteht der unangenehme Geruch und das Schleimigwerden des Brotes. Die günstigste Entwicklungstemperatur der Heubakterien liegt bei 40 ° C. und höher. Dies macht es erklärlich, daß das Fadenziehen hauptsächlich in den Sommermonaten auftritt.

Ist einem Brot Reis- oder Kartoffelwalzmehl zugesetzt worden, so tritt nach Neumann [5] das Fadenziehen weitaus häufiger und in

stärkerem Maße auf als ohne diese Zusatzmehle, die ja in der Bäckerei nicht selten als Hilfsmittel Verwendung finden.

Schon die ersten Beobachter des fadenziehenden Brotes stellten die Empfindlichkeit des Erregers für Säuren fest (Vogel [6]). Diese Tatsache ist die wichtigste Handhabe zur Bekämpfung und Verhütung des Uebels. Die Heu- und Kartoffelbazillen werden, wie alle nicht säurebildenden Bakterien, durch die Gegenwart von Säuren vernichtet oder wenigstens in ihrer Ausbreitung verhindert. Man kann also, wenn man die Teige sauer genug macht, dadurch das Fadenziehen unterdrücken. Neumann und Knischewsky (7) stellten fest, daß die Heubazillen bei einem Säuregehalt von 0,3 % Milchsäure oder 0,1 % Essigsäure nicht zur Entwicklung kommen. In normal geführten Sauerteigen liegt dieser Säuregrad fast stets vor.

Der Säuregrad hat nicht nur für das Fadenziehen, sondern auch für den Geschmack und die Ausnutzung des Brotes durch den Körper eine Bedeutung. Die Säuren des Brotes bilden sich während der Teiggärung. Im allgemeinen hat das Weizenbrot weit weniger Säure als das Roggenbrot. 1—2 Stunden nach Verlassen des Ofens findet sich noch Kohlensäure im Brot, die aber bald durch Luft ersetzt wird. Es findet ein Austausch der Gase statt, die Luft diffundiert verhältnismäßig leicht durch die Kruste. In größeren Mengen kommen 2 Säuren im Brot vor: Milchsäure und Essigsäure. Spuren von Ameisensäure und Buttersäure wurden beobachtet. Der saure Geschmack des Brotes ist vorwiegend durch Milchsäure bedingt. Maßgebend für den sauren Geschmack des Brotes, überhaupt einer sauren Substanz, ist nicht die Säuremenge, sondern die Wasserstoffionenkonzentration (ph). Der Gehalt an freien Wasserstoffionen bestimmt den Grad der Säure eines Brotes. Nach Th. Paul ist der Säuregrad des Brotes die Zahl, welche angibt, wieviel Milligramm-Ion (mg-Ion) Wasserstoffion ($H^{\cdot}$) in einem Liter einer Lösung enthalten sind, die aus 200 g Brot (Krume) und einem Liter destilliertem Wasser bei 18° C. hergestellt ist.

In unseren 5 Versuchen haben wir nun festgestellt, erstens ob die Wasserstoffionenkonzentration in Beziehung zum Geschmack des Brotes steht, und zweitens inwieweit die Ausnutzung oder richtiger die Bilanz der Nährstoffe des Brotes von seinem ph abhängig ist. Man muß unterscheiden zwischen Stickstoffausnutzung und Stickstoffbilanz im Magen-Darmkanal. Unter Stickstoffbilanz versteht man nach Heupke (8) die Differenz von N-Einfuhr mit der Nahrung und N-Ausfuhr durch den Stuhl. Demgegenüber bedeutet Ausnutzung nur die Menge Nahrungs-N, die in Wirklichkeit resorbiert wird. Zu diesem Zweck muß man den Sekretstickstoff des Darmes vom Kotstickstoff abziehen. Ein Nahrungsmittel wird um so schlechter ausgenutzt, je geringer der Stickstoffgehalt der Kost und je größer die Stuhlmenge ist.

VERSUCHE

Wir haben fünf Versuche zu je 7 Tagen mit fünf verschiedenen Brotsorten angestellt. In je 7 Tagen wurden 4550 g Brot gegessen, also täglich 650 g Brot. Dazu kamen noch Butter und an Flüssigkeit gezuckerter Tee.

Die fünf verschiedenen Brotsorten unterschieden sich in ihrer Wasserstoffionenkonzentration und haben teilweise einen Zusatz von Kartoffelwalzmehl und Kartoffelstärke erhalten.

1. Brot: ph 8,6
2. Brot: ph 6,8
3. Brot: ph 10,0
4. Brot: ph 8,3 und Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl
5. Brot: ph 8,4 und Zusatz von 5 % Kartoffelstärke.

1. Versuch (ph 8,6).

Zusammensetzung des Brotes:

65,00 % Trockensubstanz
5,92 % Eiweiß
54,75 % reduzierende Substanz

(Die Fettgehaltsbestimmung der Brote wurde weggelassen, da sie in diesem Zusammenhang belanglos für die Untersuchung ist.)

In 7 Tagen wurden aufgenommen:

	Eiweiß	Fett	reduz. Substanz
4550 g Brot	264,36 g	3,19 g	2444,72 g
975 g Butter	6,83 g	822,90 g	4,88 g
160 g Zucker	—	—	159,68 g
7 l Tee	—	—	—
Gesamteinfuhr in 7 Tagen	271,19 g = 43,39 g N	826,09 g	2609,28 g

Ausfuhr:

Frischstuhl	1602 g
Trockenstuhl	291 g

Im Trockenstuhl sind enthalten:

13,53 g Stickstoff
14,06 g Fett
80,42 g reduz. Substanz

Bilanz der Einfuhr zur Ausfuhr:

29,86 g Stickstoff
812,03 g Fett
2528,86 g reduz. Substanz

2. Versuch (ph 6,8).

Zusammensetzung des Brotes:

65,35 % Trockensubstanz
5,89 % Eiweiß
54,06 % reduz. Substanz

In 7 Tagen wurden aufgenommen:

	Eiweiß	Fett	reduz. Substanz
4550 g Brot	262,08 g	3,19 g	2405,13 g
855 g Butter	5,99 g	721,62 g	4,28 g
215 g Zucker	—	—	214,57 g
7 l Tee	—	—	—
Gesamteinfuhr in 7 Tagen	268,07 g = 42,89 g N	724,81 g	2623,98 g

Ausfuhr:

Frischstuhl 1788 g
Trockenstuhl 298 g

Im Trockenstuhl sind enthalten:

11,64 g Stickstoff
14,39 g Fett
57,70 g reduz. Substanz

Bilanz der Einfuhr zur Ausfuhr:

31,25 g Stickstoff
710,42 g Fett
2566,28 g reduz. Substanz

3. Versuch (ph 10,0).

Zusammensetzung des Brotes:

63,00 % Trockensubstanz
5,46 % Eiweiß
52,11 % reduz. Substanz

In 7 Tagen wurden aufgenommen:

	Eiweiß	Fett	reduz. Substanz
4550 g Brot	247,07 g	11,38 g	2360,09 g
910 g Butter	6,37 g	768,04 g	4,55 g
250 g Zucker	—	—	249,50 g
7 l Tee	—	—	—
Gesamteinfuhr in 7 Tagen	253,44 g = 40,55 g N	779,42 g	2614,14 g

Ausfuhr:

Frischstuhl 1594 g
Trockenstuhl 285 g

Im Trockenstuhl sind enthalten:

12,29 g Stickstoff
12,60 g Fett
86,26 g reduz. Substanz

Bilanz der Einfuhr zur Ausfuhr:

28,26 g Stickstoff
766,82 g Fett
2527,88 g reduz. Substanz

4. Versuch (ph 8,3 und Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl).

Zusammensetzung des Brotes:

60,00 % Trockensubstanz
5,62 % Eiweiß
49,63 % reduz. Substanz

In 7 Tagen wurden aufgenommen:

	Eiweiß	Fett	reduz. Substanz
4550 g Brot	253,89 g	5,46 g	2243,15 g
875 g Butter	6,13 g	738,50 g	4,38 g
220 g Zucker	—	—	219,56 g
7 l Tee	—	—	—
Gesamteinfuhr in 7 Tagen	260,02 g = 41,60 g N	743,96 g	2467,09 g

Ausfuhr:

Frischstuhl	1429 g
Trockenstuhl	255 g

Im Trockenstuhl sind enthalten:

14,07 g Stickstoff
21,62 g Fett
56,09 g reduz. Substanz

Bilanz der Einfuhr zur Ausfuhr:

27,53 g Stickstoff
722,34 g Fett
2411,00 g reduz. Substanz

5. Versuch (ph 8,4 und Zusatz von 5 % Kartoffelstärke).

Zusammensetzung des Brotes:

63,18 % Trockensubstanz
5,53 % Eiweiß
52,74 % reduz. Substanz

In 7 Tagen wurden aufgenommen:

	Eiweiß	Fett	reduz. Substanz
4550 g Brot	247,52 g	5,46 g	2360,54 g
965 g Butter	6,76 g	814,46 g	4,83 g
225 g Zucker	—	—	224,55 g
7 l Tee	—	—	—
Gesamteinfuhr in 7 Tagen	254,28 g = 40,68 g N	819,92 g	2589,92 g

Ausfuhr:

Frischstuhl	1414 g
Trockenstuhl	235 g

Im Trockenstuhl sind enthalten:

12,17 g Stickstoff
21,83 g Fett
48,16 g reduz. Substanz

Bilanz der Einfuhr zur Ausfuhr:

28,51 g Stickstoff
798,09 g Fett
2541,76 g reduz. Substanz

Diese fünf Versuche, die gleichzeitig in Parallelversuchen angestellt wurden, haben gezeigt, daß die Beziehung zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und dem sauren Geschmack des Brotes ziemlich verwickelt ist. Das Brot mit ph 8,6 schmeckte beispielsweise saurer als das mit ph 6,8, obwohl doch eigentlich letzteres saurer empfunden werden müßte. Eine ausschlaggebende Bedeutung hat dabei noch die individuelle Einstellung. Von irgendeinem Brot behauptet der erste, es schmeckt „etwas säuerlich", während der andere es als „stark sauer" bezeichnet. Ausgesprochen guten Geschmack hatten das Brot mit ph 10,0 und das Brot mit ph 8,3 und Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl. Danach braucht also zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und dem sauren Geschmack keine unmittelbare Beziehung zu bestehen. Die Geschmackswahrnehmung wird von dem Quellungszustand der Gewebekolloide beeinflußt, auf den die Säuren als solche eine spezifische Wirkung ausüben.

Um die Stickstoffbilanzen der fünf Versuche vergleichen zu können, rechnet man am besten die Stickstoffeinfuhr für alle Versuche auf 100 g um und erhält für die Stickstoffausfuhr die entsprechenden Werte.

1. Versuch (ph 8,6).

	Stickstoffeinfuhr	43,39 g
	Stickstoffausfuhr	13,53 g
oder	Stickstoffeinfuhr	100,00 g
	Stickstoffausfuhr	31,18 g
	Stickstoffbilanz	68,82 g

2. Versuch (ph 6,8)

	Stickstoffeinfuhr	42,89 g
	Stickstoffausfuhr	11,64 g
oder	Stickstoffeinfuhr	100,00 g
	Stickstoffausfuhr	27,14 g
	Stickstoffbilanz	72,86 g

3. Versuch (ph 10,0).

	Stickstoffeinfuhr	40,55 g
	Stickstoffausfuhr	12,29 g
oder	Stickstoffeinfuhr	100,00 g
	Stickstoffausfuhr	30,31 g
	Stickstoffbilanz	69,69 g

4. Versuch (ph 8,3 und Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl).

	Stickstoffeinfuhr	41,60 g
	Stickstoffausfuhr	14,07 g
oder	Stickstoffeinfuhr	100,00 g
	Stickstoffausfuhr	33,82 g
	Stickstoffbilanz	66,18 g

5. Versuch (ph 8,4 und Zusatz von 5 % Kartoffelstärke).

	Stickstoffeinfuhr	40,68 g
	Stickstoffausfuhr	12,17 g
oder	Stickstoffeinfuhr	100,00 g
	Stickstoffausfuhr	29,91 g
	Stickstoffbilanz	70,09 g

Die angeführten Versuche zeigen in ihren Ergebnissen zwar einige Unterschiede, doch sind diese so gering, daß man sie praktisch nicht in Betracht zu ziehen braucht. So schließen wir also daraus, daß die Ausnutzung eines Brotes von seinem ph unabhängig ist. Die Stickstoffbilanz des Brotes hat keine Beziehung zur Wasserstoffionenkonzentration des Brotes.

Dagegen können wir aus den erhaltenen Stuhlmengen wesentliche Schlüsse ziehen. In den fünf Versuchen wurde ja jedesmal die gleiche Quantität Brot aufgenommen, mit Butter und Zucker verhielt es sich genau so, die geringgradigen Unterschiede haben praktisch keine Bedeutung.

Es wurden ausgeschieden:

	Frischstuhl	Trockenstuhl
1. Versuch:	1602 g	291 g
2. Versuch:	1788 g	298 g
3. Versuch:	1594 g	285 g
4. Versuch:	1429 g	255 g
5. Versuch:	1414 g	235 g

Wichtig für den Vergleich ist der Trockenstuhl. Wir wollen daher den Frischstuhl ganz außer acht lassen und nur die Werte für den Trockenstuhl heranziehen. Dabei läßt sich feststellen, daß bei den drei ersten Versuchen die ausgeschiedenen Mengen Trockenstuhl fast gleich sind. Die geringen Unterschiede von einigen Gramm liegen im Bereich der Fehlergrenze und fallen nicht ins Gewicht, zumal sich ein Versuch über 7 Tage erstreckt und somit für einen Tag nur etwa 1 g Unterschied wäre. Obwohl wir Brote ganz verschiedener Wasserstoffionenkonzentration hatten, z. B. ph 6,8 und ph 10,0, wirkt sich dies auf die Stuhlmenge überhaupt nicht aus. Genau so wie die Stickstoffbilanz keine Beziehung zum ph hat, ist also auch die Stuhlmenge unabhängig von der Wasserstoffionenkonzentration.

Anders hingegen verhalten sich der 4. und 5. Versuch im Vergleich zu den drei ersten Versuchen. Bei Versuch 4 (ph 8,3 und Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl) und noch mehr bei Versuch 5 (ph 8,4 und Zusatz von 5 % Kartoffelstärke) liegen die Werte für die ausgeschiedenen Stuhlmengen erheblich niedriger. Die Differenz der Trockenstuhlmenge

des 4. Versuches (255 g) gegenüber der Trockenstuhlmenge des 1. Versuches (291 g), der ungefähr das gleiche ph hat, beträgt immerhin 36 g; die Differenz der Trockenstuhlmenge des 5. Versuches (235 g) gegenüber der Trockenstuhlmenge des 1. Versuches beträgt sogar 56 g. Auf einen Tag umgerechnet, ergibt sich für den 4. Versuch ein Unterschied von 5,1 g, für den 5. Versuch 8 g. Diese Zahlen können nicht mehr im Bereich der Fehlergrenze liegen, außerdem zeigten Parallelversuche die entsprechenden Ergebnisse. Wir stellen also fest, daß bei Ernährung mit Broten, die zusätzlich einen bestimmten Prozentsatz von Kartoffelwalzmehl und Kartoffelstärke enthalten, die Stuhlmenge eine geringere ist. Dies ist keineswegs bedeutungslos, denn wir sagten weiter oben, daß ein Nahrungsmittel um so schlechter ausgenutzt wird, je größer die Stuhlmenge ist. Auf unsere Versuche angewandt, heißt das: ein Brot mit einem Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl wird besser ausgenutzt als ein Brot ohne diesen Zusatz. Noch günstiger liegen die Verhältnisse bei einem Brot, das zusätzlich Kartoffelstärke enthält (Tabelle 1).

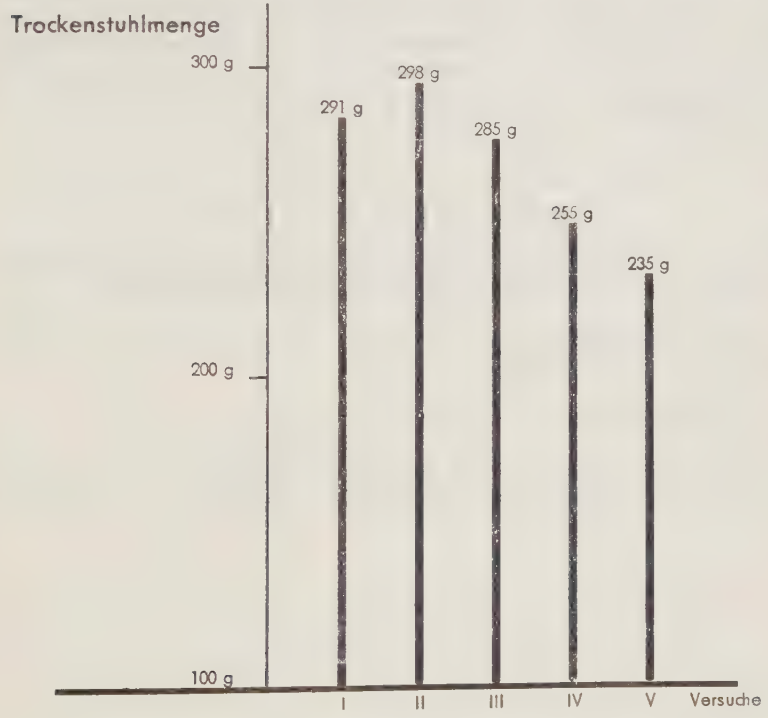

Tabelle 1. Die Ausnutzung des Brotes, gemessen an den Stuhlmengen

Die Ausnutzung eines Nahrungsmittels steht aber nicht nur in Beziehung zur Stuhlmenge, sondern ist auch abhängig vom Stickstoffgehalt der Kost. Dabei spielt aber die Beschaffenheit der Brotarten, ob es sich um feines oder grobes Brot handelt, noch eine gewisse Rolle. Grobes Brot, das aus Mehl geringeren Ausmahlungsgrades hergestellt ist, enthält mehr Stickstoff und mehr Rohfaser (Zellulose, Hemizellulose, Pektine) als feines Brot. Dank seines großen Quellungsvermögens absorbiert die Rohfaser beträchtliche Mengen Darmsekrete und vermehrt als unverdaulicher Ballaststoff die Stuhlmenge. Je gröber nun ein Brot ist, das heißt, je mehr Zellmembranbestandteile es enthält, desto mehr Darmsekrete und damit Sekretstickstoff der Darmwand werden ausgeschieden. Die Menge des Stuhles und des Stuhlstickstoffs vergrößert sich, dadurch verschlechtert sich die Bilanz der Stickstoffeinfuhr mit der Nahrung zur Stickstoffausfuhr durch den Kot. Die wirkliche Ausnutzung des Brotes hingegen läßt sich nach Heupke [9] nur berechnen, wenn man den Darmsekretstickstoff von dem Stuhlstickstoff abzieht. Bei Broten mit viel Ballaststoffen stammt also ein Teil des Kotstickstoffs aus den Darmsekreten. Die Eiweißausnutzung der groben Brote ist etwas schlechter als die der feineren Brote. Unsere Versuche 1—3 zeigen, daß Brote ohne Zusatz von Kartoffelwalzmehl bzw. Kartoffelstärke etwas schlechter ausgenutzt werden als Brote mit diesem Zusatz.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und dem sauren Geschmack des Brotes besteht keine unmittelbare Beziehung.

2. Die Stickstoffbilanz eines Brotes ist unabhängig von seiner Wasserstoffionenkonzentration.

3. Die Stuhlmenge ist unabhängig vom ph eines Brotes.

4. Brot mit Zusatz von 5 % Kartoffelwalzmehl bzw. 5 % Kartoffelstärke wird besser ausgenutzt als ohne diese Zusätze.

LITERATURVERZEICHNIS

[1]) A. Maurizio: Die Nahrungsmittel aus Getreide. 1. B. 1924. 349.

[2]) J. Uffelmann: Ctrbl. f. Bakt. 1890, 8. 481.

[3]) Flor. Kratschmer und Niemilowicz: Ctrbl. f. Medizinische Wissenschaft 1889. 27. 727.

[4]) E. Laurent: Bull. de l'Acad. d. Sc. de Belgique 1885, 3. sér. 10. 765.

[5]) P. Neumann: Brotgetreide und Brot, 1929. 408.

[6]) I. Vogel l. c. und Fr. Fuhrmann: Ctrbl. für Bakt. II 1905. 15. 385.

[7]) M. P. Neumann und Olga Knischewsky: Ztschr. f. d. ges. Getreidewesen 1911. Jg. 3. 187, 215 u. 242.

[8]) W. Heupke: Diätetik, die Ernährung des Gesunden und des Kranken 1936. 33.

[9]) W. Heupke: Diätetik, die Ernährung des Gesunden und des Kranken 1936. 34.

LEBENSLAUF

Am 10. Februar 1915 wurde ich, Armin Ernst Reichardt, zu Göttingen/Hann. als Sohn des Telegrapheninspektors Ernst Reichardt und seiner Ehefrau Ida, geb. Leunig, geboren. Im Jahre 1920 übersiedelten meine Eltern und ich nach Frankfurt a. M. Von 1921—1924 besuchte ich hier die Volksschule und von 1924—1934 die Liebig-Oberrealschule, wo ich Ostern 1934 die Reifeprüfung bestand. Anschließend daran genügte ich meiner Arbeitsdienstpflicht in Mönchbruch bei Walldorf und begann im Wintersemester 1934/35 in Frankfurt a. M. das Studium der Medizin. Meine ärztliche Vorprüfung bestand ich hier am 24. Februar 1937, und am 1. September 1939 bestand ich das Medizinische Staatsexamen mit gut.